2Щ

УДК 51-3

Е.К. Щетинина
Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. М. Туган-Барановского, г. Донецк, Украина

Развитие вычислительных средств и программирования в процессе научно-технического прогресса

Рассматриваются основные этапы развития научно-технического прогресса и неотъемлемой его части – развитие математических, вычислительных средств и программирование этого процесса.

Вопросы взаимосвязи и взаимодействия наук на протяжении всей истории развития научного знания интересовали исследователей и мыслителей. Еще в древности термин «математика» (μαΘενς) представлял собой обобщение научного знания или просто изучение, познание окружающей действительности. С развитием познавательных возможностей происходит ее дифференциация и специализация. Впервые это наблюдается у пифагорейцев, в афинский классический период и в Александрийской школе. Такая дифференциация приводила к качественному развитию разделов научного знания и специализации. При этом чувствовалась тесная взаимосвязь между научными разделами. Так для обучения свободно рожденных граждан Древней Греции был выделен обязательный комплекс математических дисциплин, именуемый квадририумом: арифметика (άρήτμος), геометрия (γέομετρία), астрономия (αστρο – звезда, νομος – наука о звездах), гармония (αρμονία) – математическая теория музыки.

Отдавалось предпочтение математической подготовке. У входа в Академию Платона был вывешен девиз: «Пусть не войдет сюда тот, кто не знает геометрии», так как геометрия в этот период считалась основной математической дисциплиной. Кто хотел посвятить себя научной деятельности, тот обязательно должен был освоить этот квадририум. Когда один из желающих поступить в Академию обратился к Ксенократу, возглавлявшему в то время Академию, но не был подготовлен по математике, то Ксенократ ответил ему: «Иду, у тебя нечем ухватиться за философию».

Такая взаимосвязь в научном познании между различными разделами научного знания и математикой существует на всем историческом пути их развития. Эта взаимосвязь дополняет и способствует взаимному развитию математики и других наук. Такое взаимное проникновение математики в другие науки и их воздействие на математику показали многие выдающиеся ученые – Пифагор, Архимед, Герон Александрийский, Диофант, Клавдий Птолемей, Галилей, Кеплер, Ньютон, Лейбниц и другие.

Большую роль в развитии науки и техники играли вычислительные средства, системы счисления. Тяжеловесная алфавитная система счисления Античности явилась большим тормозом в развитии всего научного знания. Арабо-индийская десятеричная позиционная система счисления оказала революционизирующее действие в развитии математики и всего научного знания.

Цель данной статьи – показать основные моменты взаимодействия и развития науки, техники и влияние на них математических вычислительных средств, программирования и развития прогностических методов в научном познании.

Рассматривая в историческом плане взаимосвязь и взаимодействие математики с развитием науки и техники, следует отметить, что античная математика развивалась как умозрительная наука и не применялась в прикладных целях. Первые попытки применения математики в механике, теории музыки, астрономии совершали ряд ученых эпизодически: Пифагор сконструировал монохорд, Архит Таренский развивал математическую теорию музыки и применял математику в механике, решались «задачи древности» с применением механических средств. Все это встречало осуждение со стороны Платона и Аристотеля. Они призывали математиков строить ее умозрительно, не прибегая к механическим методам. Но дальнейшее развитие науки, техники и теоретического естествознания показало ошибочность требований Платона и Аристотеля. Архимед полностью отошел от их требований и стал разрабатывать механико-математические методы, что привело его к развитию инфинитезимального исчисления, которое явилось основой в зарождении дифференциального и интегрального исчисления. Большую роль в развитии математизированного естествознания сыграли труды александрийских ученых Архимеда, Эратосфена, Герона и других. Показательным в этом плане является научное наследие Герона Александрийского. Он широко применял математические методы в механике и инженерной практике.

Герон Александрийский (Ἥρων ο Ἀλεξάνδρεύς, 10 – 75), древнегреческий математик и механик, считается величайшим инженером за всю историю человечества. Он практически вплотную подобрался к индустриальной революции, которая произошла только через приблизительно 2000 лет. Первым изобрёл автоматический театр кукол, автомат для продаж, скорострельный самозаряжающийся арбалет, паровую турбину, автоматические декорации, прибор для измерения протяженности дорог (древний «таксометр») и др. Первым начал создавать программируемые устройства (вал со штырьками с намотанной на него веревкой).

Занимался геометрией, механикой, гидростатикой, оптикой. Основные произведения: «Метрика», «Пневматика», «Автоматопоэтика», «Механика» (фр.; произведение сохранилось целиком по-арабски), «Катоптика» (наука о зеркалах; сохранилась только в латинском переводе) и др. В 1814 году было найдено сочинение Герона «О диоптре», в котором изложены правила земельной съемки, фактически основанные на использовании прямоугольных координат. Герон использовал достижения своих предшественников: Евклида, Архимеда, Стратона из Лампсака.

«Метрика» Герона и извлечённые из неё «Геометрика» и «Стереометрика» представляют собой справочники по прикладной математике. Здесь даны правила и формулы для точного и приближённого расчёта различных геометрических фигур, например «формула Герона» для определения площади треугольника по трём сторонам (открытая Архимедом), правила приближённого извлечения квадратных и кубических корней. Изложение математических трудов Герона догматично – правила часто не выводятся, а только доказываются на примерах.

Широкое применение математики в естествознании и инженерной практике требовало выработки рациональных вычислительных средств и логически строгих построений математических теорий. Впервые систематизацией научного знания занялся Аристотель, разработав формальную логику – силлогистическую теорию, учение, которое представляло собой строгую теорию дедукции. Высокую оценку этой теории дал Г. Лейбниц: «Я думаю, что изобретение силлогистической формы есть одно из прекраснейших и даже важнейших открытий человеческого духа. Это своего рода универсальная математика, все значение которой еще недостаточно понято» [1, с. 492-493].

Большое значение Лейбниц придавал дальнейшему исследованию логических систем, с целью представления рационалистическими установками «программы человеческого знания в виде некоего универсального языка. В рамках такого символизма

Лейбниц мыслил свести все человеческие рассуждения к формальному исчислению, которое служило бы средством как доказательства установленных истин, так и открытия новых» [2, с. 41].

С развитием капиталистического производства и внедрением машин и технических средств в производство возникла необходимость применения новых вычислительных средств и новых математических методов, которое приводило к многочисленным числовым операциям. Эти требования, возникшие в процессе развитого машинного производства, привели к разработке алгоритмов и современного программирования, оптимального математического моделирования, теории планирования эксперимента и автоматизации процессов производства. При внедрении электронно-вычислительных машин (ЭВМ) наибольшую актуальность имели вопросы автоматизации процесса программирования. В этой связи принципиальное значение принимает разработка наиболее рациональных методов. Теоретической основой алгоритмизации и программирования явилась Программа Гильберта, которой он стремился разработать такую логико-аксиоматическую систему, где были бы формализованы не только математические понятия и объекты, но и их правила вывода. Такая кодифицированная и логично построенная математическая теория должна была выполняться по определенным правилам вывода. «Эта игра формулами совершается по некоторым, вполне определенным правилам, – говорит Гильберт, – в которых выражается техника нашего мышления. Эти правила образуют замкнутую систему, которую можно найти и окончательно задать» [3, с. 382].

Программе Гильберта не суждено было свершиться. Это показала теорема К. Геделя о непротиворечивости и неполноте. Но программа Гильберта сыграла свою роль в построении формальных аксиоматических систем и явилась подготовительным этапом в построении одного из могучих направлений современной математической отрасли алгоритмизации, программирования и вычислительных средств, без которой невозможен современный научно-технический прогресс. При этом большое значение имеет изучение различных идеализированных задач типа машин Тюринга. Многие специалисты в этих вопросах считают необходимым пересмотреть и проанализировать Марковские теории нормальных алгоритмов с точки зрения приближения их к алгоритмам, которые могут быть реализованы на современных ЭВМ. Но при решении многих задач исследователи приходят к новым теоремам различных разделов математики, что приводит к новым алгоритмичным трудностям. Задача исследователя заключается в том, чтобы найти и запрограммировать наиболее рациональным путем. Но при такой стратегии машинная интуиция в сравнении с человеческой может быть более грубой, что приводит к широкому поиску и окончательному выводу. Уже в современном развитии науки в области математики и других точных наук невозможно проводить исследования без применения ЭВМ. Важное значение в практическом применении современной математики имеют задачи программирования различных неарифметических или не совсем арифметических методов вычислительной математики. К ним относятся аналитические методы построения математических моделей реальных социально-экономических, технических и технологических процессов и явлений, получения аналитических решений дифференциальных уравнений и их систем, а также методы интегрирования и другие.

Одним из эффективнейших и актуальнейших применений ЭВМ является использование их в системе управления производственными процессами. 1948 год считается годом рождения кибернетики. Изучение аналогий между процессами, протекающими в электрических и электронных системах и в живых организмах, привело Норберта Винера к идее создания новой науки – кибернетики, науки об управлении. Выпущенная им в 1948 году в Париже «Кибернетика» оказала большое влияние на развитие мировой

науки. Норберт Винер по праву считается «отцом кибернетики». В связи с тем, что современные ЭВМ являются однопрограммными, большое значение принимает построение системы алгоритмов для преобразования программ и их минимизации.

Появление ЭВМ с программным управлением привело к изменению взгляда на предмет и метод всей вычислительной математики. Вычислительная математика включила в свой арсенал всю теорию программирования, в результате чего устанавливается тесная связь между вычислительной математикой и математической логикой.

Бурный рост современной дискретной вычислительной техники выдвигает повышенные требования к теории синтеза схем дискретных преобразований информации (цифровых автоматов). Развитие ЭВМ и дискретной автоматики привело к необходимости построения и развития в математике общей теории автоматов. При детальной разработке абстрактной теории автоматов выявились интересные аналоги с другими отраслями математики, в частности с теорией групп и полугрупп.

Главной задачей построения теории автоматического программирования явился предложенный в 1954 – 1955 гг. О.А. Ляпуновым оперативной метод, что значительно облегчило труд программиста. Полной автоматизации программирования можно достигнуть в результате автоматизации процесса сложения схем программ и дальнейшего применения универсальных программ. Однако полной автоматизации программирования достичь невозможно, так как наиболее квалифицированная часть программ требует выбора решений задач и разработки общего плана вычислений – схемы программ должны вначале выполняться специалистами исследуемой отрасли.

Но вместе с тем в большинстве случаев некоторые части программ являются готовыми подпрограммами. Намного эффективней становится применение для каждого метода вычислительной математики допустимого класса разрабатывать свою упрощенную программу, специализированную подпрограмму, «а также создания набора крупных программ, для последующего их использования».

Тем самым мы приходим к методу автоматизации программирования, что ряд авторов называют «методом библиотек программирующих программ», сущность которой заключается в следующем: 1. Выбирают конечное количество типов задач вычислительной математики, которую называют классом допустимости. Элементами такого множества задач являются типы задач, которые слагаются с неограниченного количества частных задач. 2. Для каждого типа задач составляют специальную программу, которая использует минимум входной информации. 3. В каждой из построенных программ необходимо предусмотреть методы контроля вычислений и автоматическое включение ее в расчетную программу. 4. Различные специализированные программированные программы могут поглощать некоторые общие блоки (например, блок арифметического оператора). Такие блоки позволяют в одном экземпляре, в специальных программированных программах предусматривать вызов их в необходимое время. Набор необходимых блоков составляет обычную библиотеку стандартных подпрограмм. Но так как составление блоков в программах производится автоматически, особое внимание следует уделять проблеме рационального кодирования входной и выходной информации стандартных программ с целью обеспечения возможности различных иных сочетаний простейшим способом. 5. Наряду с программированными программами для числовых арифметических методов в библиотеке желательно иметь программированные программы и для неарифметических методов. Например, программы для решения дифференциальных уравнений. Иметь стандартные блоки для интегрирования и дифференцирования элементарных функций и программы преобразования и упрощения полученных результатов.

Объединение частных задач в один тип задач в определенной степени является произвольным процессом. При таком объединении необходимо учитывать специфику задач и методичных решений.

Одной изначальной задачей, возникшей с построением теоретических основ для формализации мыслительных процессов с помощью формальной логики Аристотеля, была задача создания искусственного разума, искусственного интеллекта. Придавая высокую оценку формальной логике Аристотеля, Лейбниц мечтал о том времени, когда люди разработают такую систему, при которой вместо того, чтобы спорить по интересующим их вопросам, будут просто вычислять.

Определение искусственного интеллекта наиболее естественно вытекает из суждений Тюринга, где был поставлен вопрос: может ли машина мыслить? Под «машиной Тюринга» следует понимать такое устройство (созданное человеком), если человек разговаривает с этим устройством и не может отличить, разговаривает он с другим человеком или с автоматическим устройством, «искусственный интеллект должен быть снабжен органами, способными воспринимать и формировать подобные сообщения, обладать памятью, позволяющей ему запоминать и хранить необходимую информацию, как вкладываемую в него заранее, так и получаемую в процессе диалога» [4, с. 14].

Постепенное накопление программ, которые способны автоматизировать различные виды интеллектуальной деятельности, приведет к созданию искусственного интеллекта. Эта система накопления программ должна совершенствоваться и формировать многие стороны будущего искусственного интеллекта. Высшей стадией моделирования искусственного интеллекта «является мыслительный аппарат человека – его головной мозг» [4, с. 147]. Но смоделировать головной мозг человека и его нейроны, их взаимодействие – задача чрезвычайно сложная. «…Основная сложность строения мозга заключается не в самих нейронах, а в способе их соединения друг с другом» [4, с. 147]. По мнению специалистов, именно в их соединении нейронов заключена основная долговременная память мозга. Как видно из изложенного, основная трудность моделирования мозга в современных условиях заключается в разгадке тайн его работы.

Искусственный интеллект в широком смысле этого слова является самостоятельным объектом исследования в открытии новых законов природы, законов функционирования человеческого мозга, мышления. Разгадка законов мышления имеет колоссальное значение в решении практических задач педагогики, психологии, медицины. Для дальнейшего решения этих сложных задач творческого характера необходимо более активное и тесное взаимодействие человеко-машинных систем.

В заключение следует отметить, что развитие математического программирования привело к бурному всплеску и развитию всего научного знания. Математическое программирование проникло во все отрасли научного знания. Вся предшествующая математика может рассматриваться как математика, создавшая предпосылки для развития современной программируемой математики, которая проникла во все отрасли научного знания. Все науки стали математизируемыми, стерта грань между точными и гуманитарными науками. Все науки в своих исследованиях могут пользоваться математическим программированием. В.М. Глушков считает, что новая математика – все программирующие, алгоритмизирующие и автоматизирующие средства – только начинает развиваться. Вся предыдущая математика представляет собой предысторию современной математики.

Литература

1. Лейбниц Г.В. Сочинения : в 4 т. / Готфрид Вильгельм Лейбниц. – М. : Мысль, 1983. – Т. 2. – 686 с.
2. Субботин А.Л. Логические труды Лейбница // Лейбниц Г.В. Сочинения : в 4 т. – М. : Мысль, 1984. – Т. 3. – С. 41-53.
3. Гильберт Д. Основания геометрии / Давид Гильберт. – М. ; Л. : ОГИЗ, 1948. – 491 с.
4. Глушков В.М. Кибернетика и искусственный интеллект // В.М. Глушков. Кибернетика, вычислительная техника, информатика. Избранные труды : в 3 т. – К. : Наукова думка, 1990. – Т. 2. – С. 140-152.

Статья поступила в редакцию 19.07.2010.